AVALIAÇÃO QUALITATIVA EM MICRO-ESCALA DA ESTABILIDADE DA PAISAGEM EM ÁREAS SUJEITAS A DESERTIFICAÇÃO NO AMBIENTE SEMI-ÁRIDO DO NORDESTE DO BRASIL

Antonio Carlos de Barros CORRÊA1
Renata Nunes AZAMBUJA2

RESUMO

Este estudo foi desenvolvido no interior semi-árido do Nordeste do Brasil, no Estado de Pernambuco. A área de trabalho localiza-se ao longo de um ambiente fluvial, onde a vegetação nativa de caatinga encontra-se interpenetrada por uma vegetação arbórea dominada pelas exóticas "algaroba" (*Prosopis julifora*) e "capim buffel"(*Cenchrus ciliaris l.*). Evidências de desertificação, tais como sobre-pastoreio, erosão em ravinas e salinização dos horizontes superficiais do solo são ubíquas na área, contudo a avaliação das respostas da paisagem aos impactos induzidos pelo homem é razoavelmente difícil de ser estabelecida, inicialmente devido à falta de imageamento remoto em escala adequada, assim como pela ausência de um conhecimento mais profundo a cerca do comportamento dos sistemas de superfície terrestre locais. A fim de superar estas dificuldades e acelerar a aquisição da informação espacial *in situ,* para fins de planejamento, uma metodologia de obtenção de dados foi proposta, voltada para a análise qualitativa dos componentes naturais em áreas pequenas, supostamente afetadas por processos de desertificação. A pesquisa de campo foi realizada em parcelas de um hectare (10.000 m^2). Cada parcela foi dividida em cem células de 10m X 10m, de acordo com um modelo reticulado. Em seguida, uma análise qualitativa e semi-quantitativa foi realizada, a partir da determinação *in loco* dos parâmetros morfodinâmicos, assim como definidos por Tricart (1977), para cada célula de 100m^2, aplicados para quatro níveis categóricos. Um mapa geomorfológico de detalhe, com indicação de processos e materiais de superfície, também foi elaborado com base em levantamento de campo. O objetivo final do trabalho foi apreender e registrar graficamente as principais feições geomorfológicas e processos superficiais dentro de uma moldura de micro-escala sob a égide das condições ambientais do semi-árido do Nordeste do Brasil.

INTRODUÇÃO

A idéia da sensitividade da paisagem é um elemento chave da proposição fundamental de estabilidade da paisagem, assim como proposta por Brunsden (1996, 2001). O conceito de sensitividade da paisagem refere-se à possibilidade de que uma dada mudança nos controles de um sistema, ou nas forças aplicadas sobre ele, produzirá respostas sensíveis, discerníveis, auto-sustentáveis, porém complexas. Entretanto, a fim de se interpretar tais respostas, o comportamento do sistema ambiental sob a influência de mecanismos naturais deve ser previamente determinado. Neste sentido, Mabesoone (1982, 1998) definiu os ambientes sedimentológicos e geomórficos como o complexo físico, químico e biológico, sob o qual os sedimentos são acumulados, operando em certo contexto fisiográfico. Apesar da falta de estudos orientados aos processos de superfície, os principais contextos fisiográficos do interior semi-árido do Nordeste do Brasil podem ser descritos da seguinte forma:

1 Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Ciências Geográficas, Professor Doutor, dbiase2001@aol.com
2 Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Ciências Geográficas, Mestranda, re_tata@hotmail.com

Rios Efêmeros

A ação fluvial neste ambiente está dividida em dois membros geomorfologicamente distintos: planícies aluviais e leques. Nos pedimentos intermontanos as correntes são anastomosadas, com uma seção transversal rasa, de fundo chato, e falta de eficiência de transporte. Pequenos canais se entrelaçam no leito do rio, acumulando barras de areia extremamente móveis. A maior produção de sedimentos ocorre em areas em a precipitação oscila entre 250 e 360 mm/ano e caatinga aberta. Neste ambiente há o domínio do fluxo superficial hortoniano, bem como a ação do impacto das goats de chuva sobre o solo desprotegido. O fluxo superficial concentra-se em torrentes, ao redor de arbustos e obstáculos, as frações mais finas do solo são carreadas para os leitos dos rios e assim desenvolve-se um pavimento rudáceo sobre os baixos interflúvios. A argila geralmente é removida pelo sistema fluvial. Assim como ocorre nos demais sistemas morfogenéticos semi-áridos, há a predominância de intensa erosão diferencial, com a conseqüente formação de extensas superfícies rochosas (pedimentos).

As correntes fluviais exibem baixa sinuosidade, e depósitos alongados alinhados de acordo com a direção do fluxo, confinados por barrancos íngremes. O fluxo torrencial canalizado produz uma série de barras anastomosadas compostas de areia grossa e cascalho. Os sedimentos são dominados pela fácies rudácea, transportada como carga de fundo, resultando em mantos e lentes de sedimentos. A sedimentação frequentemente exibe uma subta interrupção da granodecrescência ascendente. Os depósitos de carga de suspensão são ausentes ou espacialmente limitados. De acordo com Mabesoone (1981) as características dos depósitos fluviais e seus ambientes deposicionais no semi-árido nordestino podem ser sumarizados da seguinte forma:

Baixa estabilidade do canal;

Seções transversais planas, rasas e assimétricas;

Gradiente moderado;

Geometria multilateral dos depósitos de areia;

Estruturas sedimentares indistintas, com estruturas de corte-e-preenchimento de grande escala;

Pouca granodecrescência ascendente.

Mantos de Intemperismo e Colúvios

Os mantos de intemperismo correspondem à cobertura residual *in situ* de regolito que derivam diretamente da rocha mãe. No interior semi-árido do Nordeste, este ambiente é normalmente representado por uma série de perfis de espessuras e distribuição lateral variadas, geralmente de ocorrência restrita sobre a paisagem. De acordo com sua situação geográfica e topográfica, as coberturas de regolito podem ser rapidamente atacadas pelo fluxo superficial. Como resposta à erosão das encostas, desencadeada principalmente pelo fluxo laminar e mais raramente por fluxos de detritos, os sedimentos podem se acumular nos sopés das encostas na forma de delgados depósitos de colúvio.

Os depósitos de colúvio são formados tanto pelo fluxo superficial intermitente quanto pelos fluxos gravitacionais, no caso das encostas mais íngremes. Estes mantêm muitas características em comum com os mantos de intemperismo dos quais derivam. Não obstante, os sedimentos coluviais tendem a ser mais arredondados, fato que pode ser melhor observado se a fração de 200μm da areia de quartzo for comparada com a mesma fração proveniente dos solos residuais *in situ*, como proposto por Goudie et al. (1984) e testado satisfatoriamente para os colúvios do ambiente semi-árido do Nordeste por Corrêa (2001). As estruturas mais comumente observadas são o contato erosivo abrupto entre os depósitos coluviais e o embasamento rochoso, além do fato de que alguns dos maiores clastos (calhaus e blocos) estão orientados ortogonalmente em relação à direção do fluxo.

No caso do Nordeste semi-árido, os depósitos de colúvio mais rudáceo são possivelmente herdados das condições climáticas mais úmidas do Holoceno médio.

As coberturas de regolito na area são altamente condicionadas por sua posição na paisagem, e portanto respondem à erosão de forma correspondente.

Os pedimentos intermontanos com inclinação suave são predominantemente recobertos por acrisols e luvisols. Estes têm profundidade entre 40 e 60 cm e são recobertos por depósitos residuais de cascalho (pavimento detrítico). O horizonte B é caracterizado pela concentração de argila de alta atividade, enquanto o horizonte A é fraco ou inexistente. Estes solos são particularmente suscetíveis à erosão linear.

Os trechos mais baixos dos pedimentos e terraços fluviais são normalmente recobertos por planosols e solonetz. Estes exibem horizontes A e E pálidos que transitam abruptamente para um horizonte B denso com uma mudança textural decorrente da iluviação da argila. Em alguns casos o horizonte B também exibe uma concentração de sais (solonetz). A discontinuidade textural abrupta favorece a erosão destes solos.

Depressões fechadas e algumas superficies planas e baixas são comumente recobertas por vertisols. Estes são solos de cor cinza escura formados pela acumulação de argilas esmectíticas, que contraem-se durante a estação seca e se expandem nas fases úmidas, formando gretas de dissecação e micro-relevos de Gilgai, respectivamente. Estes solos possuem fraca formação de horizontes, estruturas piramidais ou colunares com *slickensides*. Devido à sua situação topográfica estes solos não estão tão suscetíveis à erosão como os solos que recobrem as superfícies pedimentadas mais elevadas.

Vastos trechos da paisagem semi-árida, no entanto, são destituídas de qualquer cobertura consistente de solo, e são caracterizadas pela predominância de leptosols e regosols. Este solos são pouco desenvolvidos e não possuem um horizonte B, exibindo um transição abrupta entre os horizontes A/C ou A/R. De fato, alguns regosols da região são antigos acrisols eluviados, com um proeminente horizonte E arenoso, que se torna facilmente atacado pela erosão em sulcos.

O Regime Climático

A precipitação interanual no Nordeste demonstra uma irregularidade notável, os totais podem variar, na mesma estação, de 200 a 900 mm, a depender da atuação eventual de sistemas atmosféricos de um ano para outro. As medias não têm significado real, o que conta para a operação dos sistemas de superfície é o número total de dias chuvosos por ano. Portanto, a vegetação na area apresenta mais adaptações xerofíticas do que seria esperado simplesmente para os padrões médios de precitação anual.

A Desertificação como um Processo de Superfície Terrestre

Uma das principais dificuldades para avaliar corretamente a ação dos processos naturais no domínio semi-árido do Nordeste do Brasil é definir até que grau os sistemas de superfície em questão operam em resposta a entradas de energia naturais (intrínsicas) ou induzidas pelo homem (extrínsicas). É lugar comum admitir que o Nordeste esteve submetido a séculos de degradação ambiental, que levou à destruição em diversos níveis da caatinga, a medida que a cobertura vegetal foi sistematicamente removida a fim de fornecer lenha e áreas abertas para pastagem e agricultura irrigada, como sumarisado por Woodward (2003). Como consequência, deve-se acrescentar à vasta diversidade de processos naturais de superfície aqueles que foram catalisados pelos chamados processos de desertificação.

De acordo com Slaymaker & Spencer (1998), a desertificação é a degradação de terras áridas, semi-áridas e sub-úmidas secas como resposta a diversos mecanismos desencadeadores, incluindo as variações climáticas e as atividades humanas. Como consequência desta definição, secas recorrentes, tais como as que atingem o Nordeste, podem também incrementar os efeitos deletérios de longo prazo da degradação antropogênica.

Na area de estudo as principais causas da desertificação são o desmatamento, o sobre-pastoreio, o sobre-cultivo e a salinização de áreas irrigadas. Como resposta a estas, algumas areas tornaram-se mais suscetíveis à perda de solo tanto pelos processos de erosão em lençol quanto pela erosão linear. Não há dúvida de que tais feições devem possuir múltiplas causas, mas pode-se argumentar que alguns patamares formativos podem ser atravessados por um aumento na precipitação ou redução do efeito de amortecimento desempenhado pela cobertura vegetal, sendo este último mais intimamente relacionado às mudanças culturais e nas práticas de uso do solo.

O sobrecultivo na área desempenha um papel importante no processo de desertificação, à medida que o limite da área cultivada avança sobre áreas de considerável aridez, tais como o lado sotavento dos maciços residuais, ou terrenos mais íngremes. Todavia há um impacto ainda maior da introdução de tecnologias mal conduzidas tais como a expansão pervasiva da agricultura irrigada sem a adequada infra-estrutura de drenagem, o que pode conduzir à salinização ubíqua do solo, sobretudo dos solos aluviais.

As pressões sobre a biomassa são notáveis. Na maior parte das vezes, elas ocorrem como conseqüência da remoção da vegetação para a implementação de pastagens, o que leva ao aumento das taxas de escoamento e produção de sedimento. No entanto, o impacto do sobre-pastoreio também é sentido em areas ainda cobertas por vegetação de caatinga, a medida que o criatório come quase todas as plantas palatáveis, o que dificulta sobremaneira a recuperação da cobertura vegetal após longos períodos de estiagem.

O crescimento no número de cacimbas, geralmente após o desencadear de uma seca severa, também leva ao aumento da salinização do solo ao longo dos terraços fluviais e, muitas vezes, dentro dos próprios leitos fluviais. Outra questão relacionada a este crescimento é o aumento artificial da capacidade de carga (animais/hectare) a medida que o número de cacimbas e poços cresce.

MÉTODOS e TÉCNICAS

Uma Técnica de Micro-escala para a Avaliação de Processos de Superfície Terrestre em Áreas Semi-áridas

A avaliação em micro-escala dos processos e características dos sistemas de superfície terrestre é uma alternativa para a elaboração de pesquisas expeditas aplicadas à identificação e recuperação de áreas degradadas. Tradicionalmente estes procedimentos destinam-se à verificação *in loco* do comportamento peculiar dos sistemas geológicos, geomorfológicos e pedológicos, que não podem ser estimados apenas pela compilação de dados em escala regional baseada na revisão de literatura (SALOMÃO, 1999). No Nordeste semi-árido a importância da coleta de dados baseada em trabalho de campo é ainda mais proeminente, uma vez que a maior parte dos dados disponíveis não se refere à operação dos sistemas de superfície terrestre e sua interação.

Outra dificuldade para a elaboração de um estudo geomorfológico de detalhe da area, é a falta de imagens de sensoriamento remoto e cartas topográficas em escalas adequadas. Os mapas temáticos dos recursos naturais do Estado de Pernambuco são escassos, e em sua maioria elaborados para os propósitos do planejamento regional em escalas de 1:1.000.000, portanto sendo de pouca utilidade para uma abordagem ambiental de detalhe.

Com o objetivo de abordar a avaliação ambiental a partir de uma perspectiva em micro-escala, foi elaborada uma metodologia de levantamento expedita baseada na aplicação dos princípios da ecodinâmica como propostos por Tricart (1977). O resultado foi um mapeamento em micro-escala dos sistemas funcionais de superfície orientado para a detecção dos processos geomorfológicos em ambiente semi-árido, tais como a erosão em sulcos e ravinas e a salinização dos horizontes superficiais do solo. As correlações foram realizadas em quatro níveis categóricos distintos, a saber: a) estrutura superficial da

paisagem, baseada na classificação macroscópica de perfis de solo e identificação dos modelados deposicionais (planícies aluviais, encostas coluviais, etc.) e denudacionais (superfícies rochosas, solos residuais, etc.); b) identificação dos padrões de uso do solo; c) análise da cobertura vegetal e d) identificação dos processos superficiais predominantes (fluxo laminar, erosão linear, salinização e deposição de aluviões, colúvios e leques de detritos). Cada nível categórico foi avaliado a partir do seu grau inferido de estabilidade processual de acordo com a proposta de Tricart (1977). Um mapa geomorfológico de detalhe também foi confeccionado a partir da observação em campo e a medição das formas do terreno e seus padrões geométricos. Em seguida, a distribuição das formas foi comparada à dispersão espacial dos níveis de estabilidade para cada categoria analisada.

Metodologia

A fim de realizar o levantamento da area de estudo foi utilizado um GPS 3-D de alta resolução, que forneceu as coordenadas geográficas bem como a elevação acurada e corrigida. A parcela de estudo com um hectare foi dividida em 100 células, cada uma medindo 100 m^2. As células foram analisadas de acordo com o nível de equilíbrio morfodinâmico para cada categoria: estrutura superficial da paisagem, uso do solo, cobertura vegetal e processos superficiais. A vulnerabilidade de cada nível categórico aos processos erosivos foi avaliado qualitativamente para cada célula por meio da atribuição de um índice cujos valores variaram de 0 (impacto mínimo) para 3 (impacto máximo).

Um arquivo em forma de matriz foi gerado para cada categoria, correlacionando as coordenadas geográficas com o índice de vulnerabilidade a erosão. Em seguida, este arquivo foi convertido em um mapa de linhas de isovalores pelo uso do *software* de interpolação Surfer8 e o método de interpolação de krigagem. Admitiu-se previamente que que a distribuição espacial dos padrões de susceptibilidade à erosão não apresenta limites bruscos mas, pelo contrário, transitam lateralmente através de zonas tampões intermediárias evidenciadas por valores intermediários de vulnerabilidade.

O trabalho de campo foi conduzido entre os dias 06 e 08 de março de 2005, como parte da disciplina em Geomorfologia de Ambientes Semi-áridos, oferecida pelo programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Federal de Pernambuco. A parcela de estudo aqui considerada foi uma área transversal à seção do leito de uma drenagem intermitente, situada no Sítio dos Montes, a 28 km a oeste da sede do município de Belém do São Francisco, Estado de Pernambuco. A parcela de estudo com 10.000 m^2 foi delimitada com o auxílio do uso de balizas móveis e fitas plásticas, sendo seus pontos extremos definidos pelas seguintes coordenadas UTM: 519944 / 518994E e 9053494 / 9053595S. Em seguida, a parcela foi subdividida em 100 células de 100 m^2 cada, de maneira que o grau de sensitividade ambiental pudesse ser determinado para cada célula em cada um dos níveis categóricos pré-estabelecidos. Simultaneamente, um mapa geomorfológico de detalhe foi produzido baseado no levantamento direto de campo das feições do relevo. Estes procedimentos demandaram o uso de um GPS 3-D de alta resolução, clinômetros, teodolitos de precisão, trena de 50 metros, câmera digital, pá e martelos geológicos e sacos plásticos para a coleta de amostras de sedimentos.

Após o levantamento de campo, os dados foram organizados e sintetizados em gabinete, através do uso de *softwares* de interpolação, mapeamento e editoração gráfica, a saber: Surfer8, Autocad 2002 e Corel 12. Pelo uso do *software* de interpolação, as informações relatives ao grau de vulnerabilidade erosive em cada nível categórico fooram convertidas em mapas com linhas de contorno de isovalores. Por fim, os mapas de isovalores foram sobrepostos ao mapa geomorfológico de detalhe a fim de testar a consistência da informação no tocante à distribuição das formas de relevo e sua correlação com os processos de superfície.

A fim de obter os dados para a confecção do mapa geomorfológico de detalhe, inicialmente identificou-se em campo os processos de superfície ocorrentes em cada uma das cem células de análise. Desta forma foi possível verificar que a maioria dos processos observados relacionava-se ao regime erosivo/deposicional semi-árido. Os perfis de solo

eram delgados em ambos lados do rio, e sua textura variou de arenosa a franca. A presença de um pavimento detrítico no topo dos perfis sugere que durante os episódios de chuvas torrenciais as frações mais finas são prontamente carreadas ao canal principal da área, o Riacho Salgado.

Os regimes de precipitação no Nordeste semi-árido são marcados pela intermitência temporal e alta magnitude dos episódios chuvosos. Em decorrência do clima, as torrentes possuem um grande poder erosivo, e as coberturas pedológicas, normalmente desprotegidas por vegetação densa, são particularmente suscetíveis ao impacto das gotas de chuva. A despeito de sua curta duração, os eventos chuvosos possuem competência suficiente para desencadear a deposição de colúvios delgados, barras arenosas e de cascalho, além de pequenos leques aluviais dentro da própria calha fluvial. Este arranjo espacial das formas deposicionis parece estar em boa concordância com os padrões esperados de sedimentação para correntes efêmeras sob condições ambientais semi-áridas. Não obstante, acredita-se que as práticas locais de uso do solo também desempenham um papel fundamental como mecanismos desencadeadores da erosão na área estudada, uma vez que a população local utiliza-se de encostas de até 25^0 de declividade tanto como áreas de pastagem quanto de cultivo. O cruzamento das observações realizadas *in situ* e os dados de mapeamento revelaram a inadequação das condições geomorfológicas locais em face das práticas correntes de uso do solo. Foi registrado que a cobertura vegetal exibiu uma extrema pobreza na variedade de espécies, com o predomínio das *Euphorbiae* tais como Cnidoscoius phyllacantus (faveleira). O extrato herbáceo praticamente falta na área de estudo, o que também responde pela abundância de feições erosivas (Figura 1).

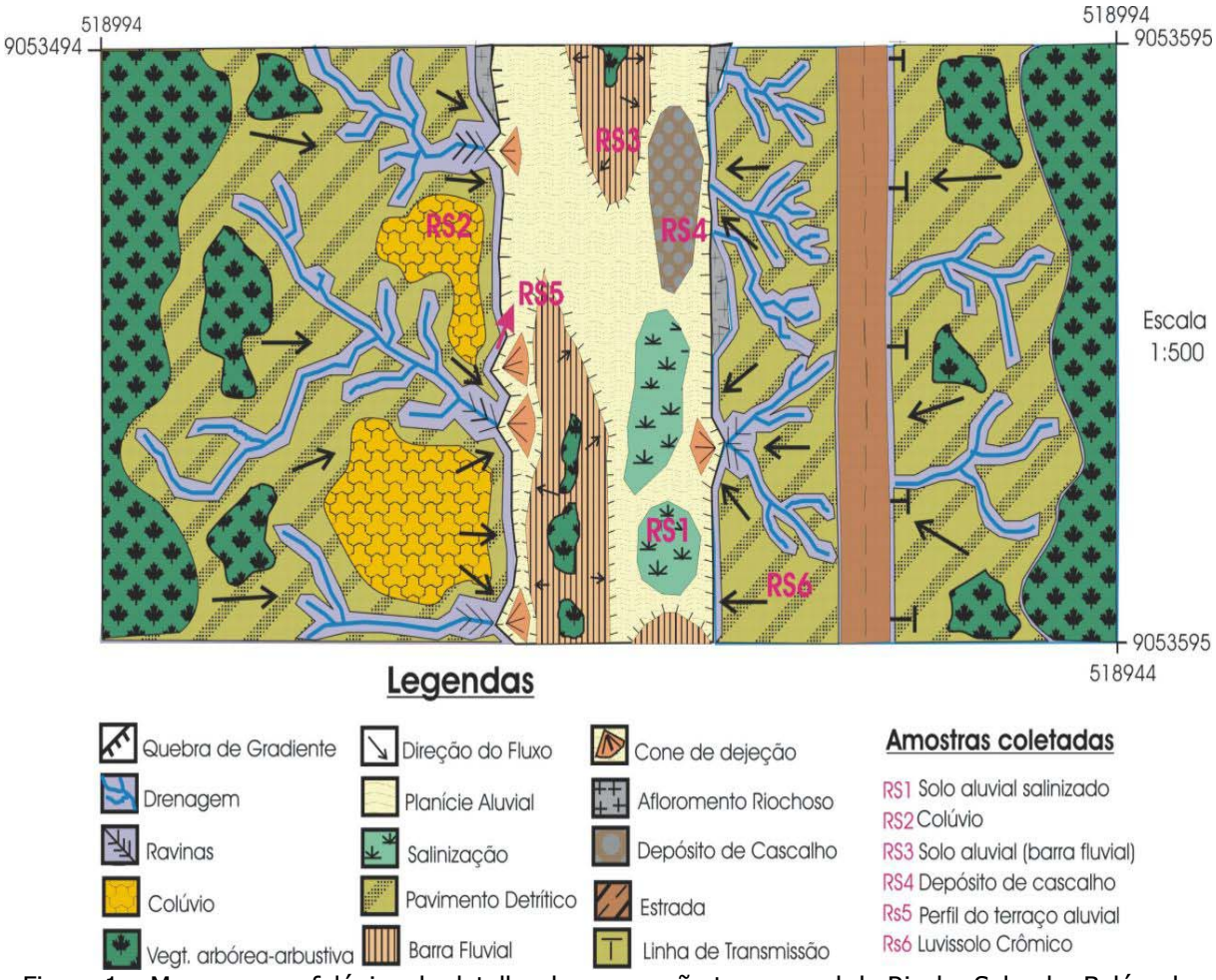

Figura 1 – Mapa geomorfológico de detalhe de uma seção transversal do Riacho Salgado, Belém do São Francisco, Pernambuco, Nordeste do Brasil.

A partir dos resultados de mapa geomorfológico de detalhe foi possível avaliar a consistência especial dos dados obtidos por meio da construção dos mapas de linhas de contorno de isovalores para cada categoria temática de análise. Tomando-se, por exemplo, o mapa de contorno de isovalores que ilustra o grau de vulnerabilidade à erosão da Estrutura Superficial da Paisagem, foi possível identificar no mapa os graus variados de impacto dos processos de superfície observados no campo. Os graus de impacto variaram de 0 a 3. Atribuíram-se cores para cada nível a fim de facilitar a interpretação do mapa. Os níveis de impacto foram interpretados na seguinte forma: 0, nenhum impacto observado; 1, incipiente fluxo laminar ou erosão linear; 2, fluxo laminar e erosão linear dominantes; 3, fluxo laminar e erosão linear fortes e/ou formação de crostas de sal na superfície Neste caso, o cruzamento dos dados de isovalores com o mapa geomorfológico de detalhe foi fundamental para possibilitar a correção e adequação dos resultados, uma vez que as crostas de sal e a erosão em ravinas ou sulcos obviamente ocorrem em contextos geomorfológicos opostos (Figura 2).

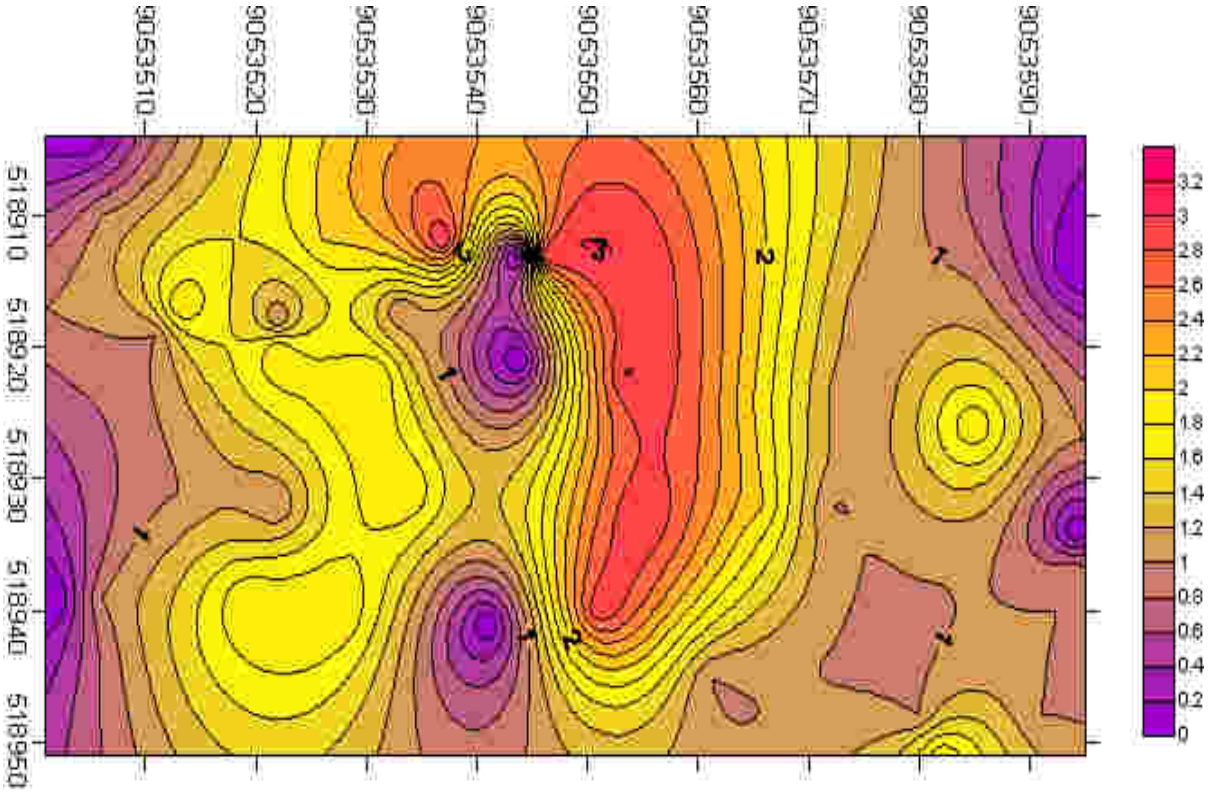

Figura 2 - Graus de impacto dos processos de superfície predominantes

Apesar da detecção de um recrudescimento no fluxo laminar e na erosão linear, o processo de superfície mais notável na área é a salinização de vastos setores do leito fluvial. Cooke et al (1985) afirmam que a ocorrência de precipitações escassas e irregulares, associadas ao elevado gradiente diário da temperatura e às altas taxas de evapo-transpiração respondem pela ascensão de consideráveis quantidades de soluções do solo ricas em sais atrave´s do sistema capilar. Este processo pode levar à formação de crostas de sal na superfície do solo ou em suas proximidades. Seis amostras de solo foram testadas para verificação do seu pH em solução aquosa e os valores resultants sugeriram, ao menos, uma moderada concentração de sais em todas elas, com valores variando entre 7,66 e 8,58. No entanto, as crostas de sal superficiais estiveram limitadas a áreas confinadas dentro do leito fluvial. Pode-se argumentar que a concentração de crostas de sal dentro do leito fluvial deriva da posição mais elevada do lençol freático naquela situação geomorfológica, todavia a acumulação de sal também pode refletir certo padrão local da drenagem, de comportamento largamente endorréico. Tais padrões de drenagem centrípeta e impedida não estão comumente associados com o regime hidrológico do semi-árido do Nordeste do Brasil, e portanto não está referenciado na literatura geomorfológica mais comumente citada sobre a região, que predominantemente concentra o seu foco de análise sobre os padrões espaciais

em escala regional, logo não adequada aos estudos de detalhes dos processos funcionais (Figura 3 e 4).

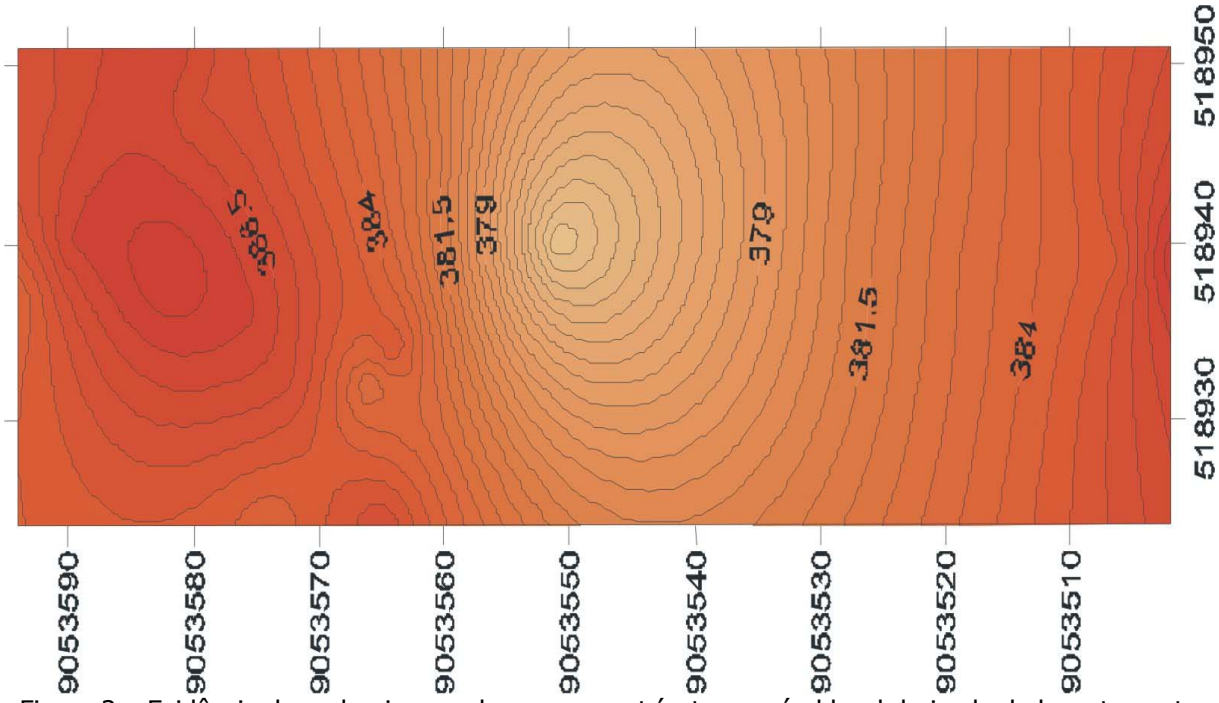

Figura 3 – Evidência de endoreismo e drenagem centrípeta em nível local derivada do levantamento topográfico de detalhe da parcela de estudo transversal ao curso do Riacho Salgado, Belém do São Francisco, Pernambuco (curvas em metros acima do nível do mar).

Figura 4 – Evidência de endoreismo e drenagem centrípeta em nível local no Riacho Salgado, Belém do São Francisco, Pernambuco.

RESULTADOS

O grau de correlação da técnica aplicada de mapeamento em linhas de isovalores com a observação direta dos fatos geomorfológicos no campo e o mapeamento geomorfológico de detalhe sugere que a metodologia adotada foi bem sucedida. A mesma constitui assim uma

ferramenta rápida e eficaz para a avaliação da estabilidade ambiental em pequenas parcelas de controle dentro do contexto semi-árido do Nordeste brasileiro.

A dinâmica de superfície neste contexto morfoclimático é ainda pouco compreendida, e a delimitação espacial dos processos geomorfológicos e seus elementos de controle representa apenas uma primeira aproximação no sentido de desenvolver uma reconstrução e caracterização mais abrangente dos processos atuantes sobre a paisagem geomórfica nesta parte do mundo.

Temas tais como as características intrínsecas dos materiais estruturadores da paisagem e a delimitação temporal da operação dos processos ainda necessitam ser abordados em escalas espaciais mais operacionais antes que os impactos dos processos naturais possam ser plenamente integrados àqueles decorrentes das práticas induzidas pelo homem. Estudos de geomorfologia processual são, portanto, os que melhor podem servir às necessidades correntes de manejo dos ambientes fluviais do semi-árido brasileiro.

REFERÊNCIAS

BRUNSDEN, D. (1996) Geomorphological events and landform change. **Zeitschrift für Geomorphologie** , v. 40, p. 273-288, 1996

BRUNSDEN, D. A critical assessment of the sensitivity concept in geomorphology. **Catena**, 43, 99-123, 2001.

COOKE, U.R.; BRUNSDEN, D.; DOORNKAMP, J.C. E JONES, D.K.C. ***Urban Geomorphology in Drylands***. Oxford: The United Nations University by Oxford University Press, 1985, 324p.

CORRÊA, A. C. B. ***Dinâmica geomorfológica dos compartimentos elevados do Planalto da Borborema, Nordeste do Brasil***. Rio Claro, 2001. 386p. Tese de Doutorado – IGCE, UNESP.

GOUDIE, A. Slope process change and colluvium deposition in Swaziland: an SEM analysis. ***Earth Surface Processes and Landforms,*** v.9, p.289–299, 1984.

MABESOONE, J. M. et al. Ambiente semi-árido do nordeste do Brasil: 1. os rios efêmeros. ***Serie B: estudos e pesquisas***, v. *4,* p.83-91, 1981.

MABESOONE, J. M. ***Sedimentologia***. Recife: Editora Universitária, 1982.

MABESSONE, J. M. Ambiente semi-árido do nordeste brasileiro: caracterização ambiental. **Revista do Deptº de Geologia**. UFPE, n.9, p. 79-86, 1998.

SALOMÃO, F. X. T. Controle e Prevenção dos Processos Erosivos. *In:* ***Erosão e Conservação dos Solos - Conceitos, temas e Aplicações***, A.T. GUERRA, A.S. SILVA e R.G. M. BOTELHO (Orgs.) Rio de Janeiro, Editora Bertrand Brasil, 1999, p229-267.

SLAYMAKER, O & SPENCER, T. **Physical Geography and Global Environmental Change**. New York, Longman, 1998.

TRICART, J. **Ecodinâmica**, IBGE, 1977, 97p.

WOODWARD, S. L. **Biomes of Earth**. Westport, Greenwood Press, 2003.